



BADAN KERJASAMA PERGURUAN TINGGI NEGERI
(BKS-PTN)
INDONESIA WILAYAH BARAT, BIDANG ILMU - ILMU PERTANIAN



SEMIRATA

SEMINAR NASIONAL DAN RAPAT TAHUNAN DEKAN

Sertifikat

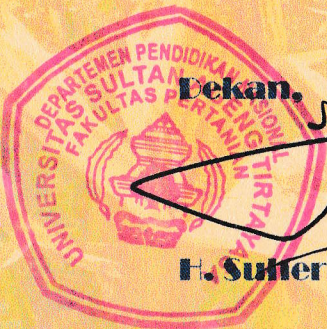
Penghargaan diberikan kepada :
Dr. Ir. Budiyanto, M.Sc.

atas partisipasinya sebagai :

Pemakalah

Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian
Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian
BKS-PTN Indonesia Wilayah Barat

Serang, 15 April 2009



Dekan,

H. Suherman, Ir., M.M., M.Si.



Ketua Delaksana,

Eusmana, Ir., M.P.

**Fakultas Pertanian
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

KAJIAN PEMANFAATAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) UNTUK PEMBUATAN BIOBRIKET¹

Oleh:

Budiyanto², Bosman Sidebang, Andwini P.



ABSTRAK

Tandan Kosong Kelapa Sawit merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan dalam bentuk biobriket tanpa melalui proses pengarangan sehingga rendemen yang dihasilkan tinggi dan prosesnya pun lebih cepat dan mudah. Agar briket yang dihasilkan kompak maka perlu ditambahkan bahan perekat yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik biobriket yang dihasilkan dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) tanpa pengarangan dan menentukan komposisi terbaik dalam pembuatan biobriket TKKS tanpa pengarangan. Pada penelitian ini digunakan dua faktor, konsentrasi perekat (5 % dan 10 %) dan persentase perekat (20 %, 30%, 40 %) dengan tiga ulangan. Variabel yang diamati yaitu nilai kalor, briket cacat, lama penyalaan, dan daya terima terhadap asap yang timbul saat pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Karakteristik biobriket TKKS tanpa pengarangan yang dihasilkan bertekstur kompak, berwarna kecoklatan, berbentuk silinder, ukuran diameter 5,4 cm - 5,5 cm, tinggi 3,5 cm - 4,6 cm, beratnya antara 24,2 gr - 35,3 gr, kadar air antara 8,2% - 8,6%, dan nilai kalor 4.039 - 4.272 kkal/kg. Berdasarkan parameter pengujian di atas, biobriket dengan konsentrasi perekat 5 % dan persentase penambahan perekat 30 % menghasilkan mutu terbaik diantara seluruh perlakuan pada pembuatan biobriket tanpa pengarangan.

Kata kunci: *biobriket, jangkar kosong kelapa sawit, pengarangan*

PENDAHULUAN

Menipisnya sumber daya energi terutama bahan bakar fosil semakin terasa beberapa tahun ini. Akibatnya harga bahan bakar tersebut menjadi tidak stabil. Kemungkinan terburuk dampak tersebut harus segera dieliminasi dengan pengembangan sumber energi terbarukan. Alternatif pencarian sumber energi terbarukan tersebut dapat diaplikasikan melalui pembuatan briket.

Indonesia merupakan produsen kelapa sawit terbesar di dunia dan telah menghasilkan 17,373 juta ton kkelapa sawit (Anonim, 2009; Pahan, 2007). Industri pengolahan kelapa sawit banyak menghasilkan limbah berupa limbah cair dan limbah padat. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah limbah padat yang paling banyak dihasilkan dari pengolahan tersebut. Limbah TKKS belum dimanfaatkan secara optimal, padahal limbah ini memiliki potensi besar sebagai energi alternatif. Potensi TKKS sebagai sumber energi dapat dilihat dari nilai energi panas mencapai 18.795 kJ/kg di bawah nilai energi panas cangkang sawit dan serat (*fiber*), masing-masing yaitu 20.093 kJ/kg dan 19.055 kJ/kg (Goenadi *et. al.*, 2005; Mohajeno, 2005). Melihat potensi yang ada maka TKKS layak untuk dijadikan sumber energi alternatif terutama biobriket (Anonim, 2008; Anonim 2007). Pembuatan biobriket dapat dilakukan melalui dua cara yaitu dengan pengarangan dan tanpa pengarangan.

¹ Disampaikan pada Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan BKS-B Ilmu-Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten, 13-16 April 2009

² Pengajar Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas pertanian, Universitas Bengkulu.



Fifria Riany Eris, SP., M.S;
NIP: 132 304 261

Pembuatan briket dari TKKS melalui proses pengarangan biasanya menghasilkan rendemen antara 25 % - 30 % (Goenadi *et. al.*, 2005). Bahan-bahan pembuatan biobriket harus diperhatikan agar mutu biobriket TKKS tanpa pengarangan tercapai, diantaranya yaitu bahan biomassa dan bahan perekat yang digunakan. Komposisi TKKS terdiri dari selulosa, lignin, dan hemiselulosa sehingga sifatnya elastis dan agak keras (Fauzi *et al.* 2006). Agar briket yang dihasilkan lebih kompak maka perlu ditambahkan bahan perekat yang tepat untuk menghasilkan biobriket TKKS tanpa pengarangan sesuai dengan mutu yang diinginkan. Salah satu bahan perekat yang banyak ditemui yaitu pati dari ubi kayu (tepung tapioka). Keuntungan penggunaan pati tersebut yaitu harga lebih murah, mudah pemakaiannya, dan dapat menghasilkan kekuatan rekat kering yang tinggi (Subroto, 2006).

Tujuan penelitian ini adalah (1) Menentukan karakteristik biobriket yang dihasilkan dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) tanpa pengarangan dan (2) Menentukan komposisi perekat dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dalam pembuatan briket TKKS tanpa pengarangan.

Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu dan Laboratorium PT SUCOFINDO Kota Bengkulu.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS), air, bahan perekat (tepung tapioka), bahan pemicu (minyak tanah). Alat yang digunakan adalah timbangan, neraca analitik, alat pencacah manual (parang), ember, sudip, sendok, alat pengepres, naman, desikator, bomb kalorimeter, oven, *muffle furnace*, cawan, tungku, *stopwatch*, korek api.

Rancangan acak lengkap (RAL) dua faktorial digunakan. Faktor pertama yaitu penggunaan perekat dengan konsentrasi berbeda yang terdiri dari dua taraf, yaitu Konsentrasi perekat 5 % (P1) dan 10 % (P2). Faktor kedua yaitu perbandingan antara jumlah perekat dari masing-masing konsentrasi diatas dengan jumlah TKKS yang terdiri dari tiga taraf (A1, A2, A3) yaitu: perbandingan TKKS : Perekat = 8 : 2 ; TKKS : Perekat = 7 : 3; dan TKKS : Perekat = 6 : 4.

Variabel yang diamati adalah nilai kalor (diukur menggunakan *bomb kalorimeter* tipe LACO AC-350), cacat pada briket, lama penyalaan briket.

Analisa Data

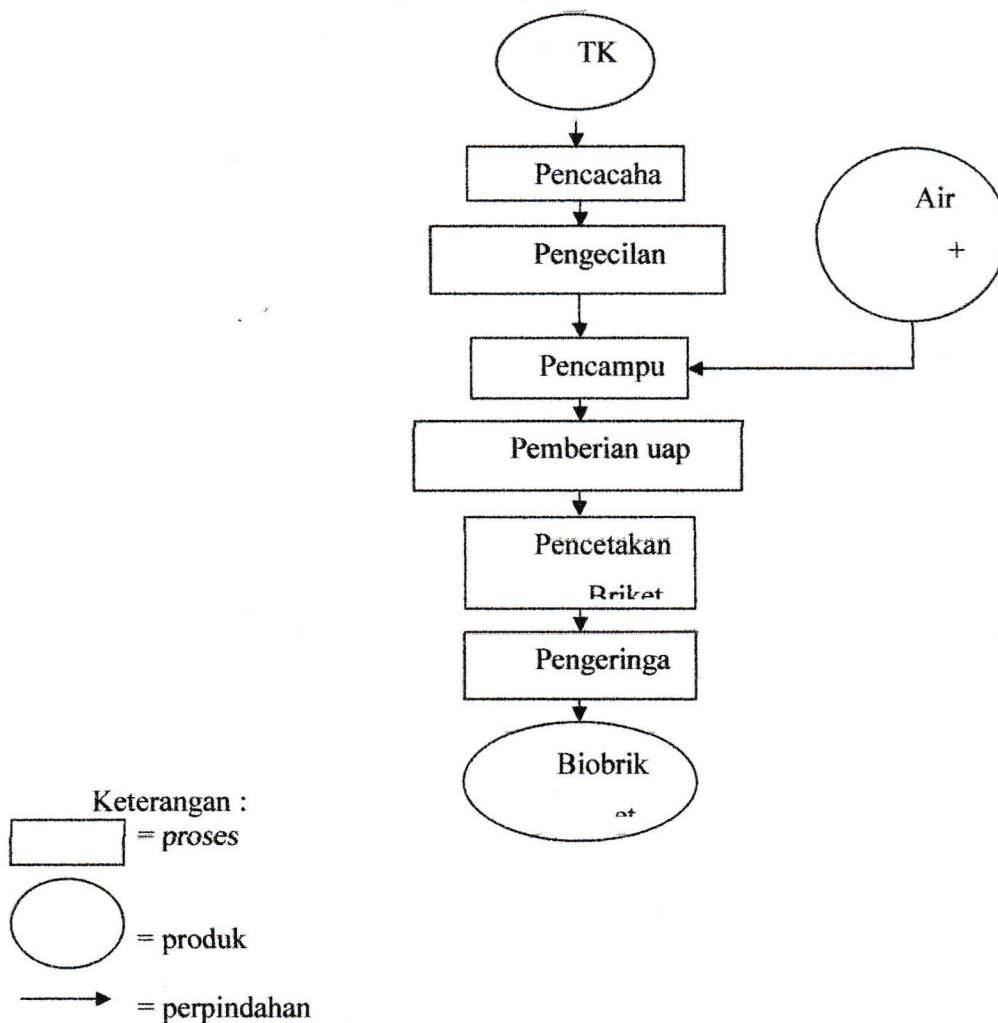
Data yang diperoleh dari hasil pengujian nilai kalor, banyaknya briket cacat, dan lama penyalaan briket TKKS tanpa pengarangan disajikan dalam bentuk grafik dan dilakukan analisa sidik ragam (uji F) pada taraf 5 %, dan apabila terdapat perbedaan nyata untuk setiap perlakuan yang ada maka dilakukan uji lanjut DMRT (Duncant Multiple Range Test) pada taraf signifikan 5 % (Gomez dan Gomez, 1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Biobriket Tanpa Pengarangan dari TKKS

Biobriket TKKS tanpa pengarangan yang dihasilkan bertekstur kompak berwarna kecoklatan dan memiliki kuat tekan yang tinggi sehingga tidak mudah pecah. Biobriket TKKS yang dihasilkan memiliki kadar air antara 8,2% s.d. 8,6% dengan bentuk silinder berukuran diameter 5,4 cm - 5,5 cm dan tinggi 3,5 cm - 4,6 cm. Berat biobriket dari TKKS tanpa pengarangan yang dihasilkan berkisar antara 24,2 gr - 35,3 gr. Hasil pengujian kuat tekan menggunakan penetrometer jenis ELLE menunjukkan briket mampu menerima tekanan sampai batas maksimum alat yaitu 4,5 kgf/cm². Bagian briket yang diberikan tekanan hanya

meninggalkan bekas pada briket kemudian briket kembali ke bentuk semula karena sifat bahan yang elastis. Hal ini mempermudah dalam melakukan pengemasan dan pengangkutan.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Briket TKKS Tanpa Pengarangan

Tabel 1. Mutu biobriket TKKS tanpa pengarangan

Sampel	Kadar Air (%)	Nilai Kalor (kkal/kg)	Lama penyalaan (detik)
P1A1	8,3	4118	11
P1A2	8,5	4272	14
P1A3	8,8	4049	19
P2A1	8,2	4056	15
P2A2	8,4	4064	19
P2A3	8,6	4039	25

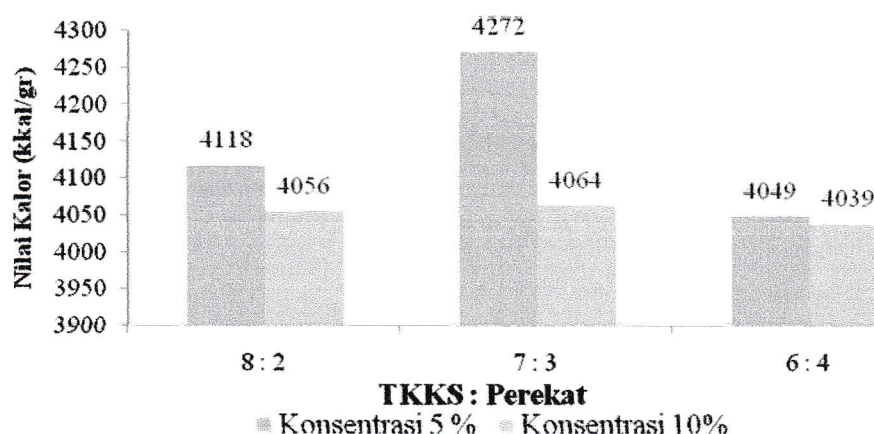
Setiap kilogram TKKS tanpa pengarangan dihasilkan 35 buah biobriket, dimana satu kali pembakaran dengan kompor briket dapat digunakan delapan buah biobriket TKKS, beratnya antara 200-250 gr. Lama nyala rata-rata 20 menit dan lama bara yang dihasilkan rata-rata 40 menit. Penyalaan briket TKKS dilakukan dengan pencelupan salah satu briket ke dalam minyak tanah, kemudian briket disusun sedemikian rupa dengan susunan briket yang dicelupkan di dalam minyak tanah diletakkan di lapisan paling bawah lalu disulut. Adapun hasil uji mutu biobriket TKKS tanpa pengarangan dapat dilihat pada tabel 1 diatas.

Mutu Biobriket TKKS Tanpa Pengarangan

Mutu biobriket TKKS tanpa pengarangan yang dianalisa dalam penelitian ini terdiri dari nilai kalor, jumlah briket cacat, waktu penyalaan, dan daya terima terhadap asap yang dihasilkan dari pembakaran.

Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh suatu gram bahan bakar dengan satuan kalori (Mmiarti, 2008; Sulistyanto, 2007). Nilai kalor yang dihasilkan dari perlakuan konsentrasi perekat dan perbandingan jumlah antara TKKS : perekat dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Perubahan nilai kalor TKKS tanpa pengarangan terhadap perlakuan konsentrasi perekat dan perbandingan jumlah antara TKKS : perekat

Berdasarkan hasil penelitian dengan perlakuan perbandingan jumlah antara TKKS dan perekat menghasilkan nilai kalor yang berbeda. Nilai kalor biobriket yang paling tinggi dihasilkan dari perlakuan P1A2 yaitu konsentrasi perekat 5 % dan perbandingan TKKS : perekat (7 : 3) sebesar 4.272 kkal/kg. Nilai kalor terendah dihasilkan dari perlakuan P2A3 dengan konsentrasi perekat 10% dan perbandingan TKKS : perekat (6 : 4) yaitu 4.039 kkal/kg. Nilai kalor pada perlakuan P1A2 sebesar 4.272 kkal/kg telah memenuhi standar yang ditetapkan berdasarkan DIN 51731 yaitu 17.500 kJ/kg atau setara dengan 4.166 kkal/kg (DIN 51731, 1996 dalam Nasrin *et. al.*, 2008). Nilai kalor dari pengujian ini lebih tinggi dibandingkan dengan biobriket TKKS yang dihasilkan dari penelitian Nasrin *et. al.* (2008) yaitu 17823 kJ/kg atau setara dengan 4.243 kkal/kg.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kalor mengalami penurunan dari penambahan konsentrasi perekat. Berdasarkan tabel 5 dapat diketahui biobriket dengan

perlakuan konsentrasi perekat 5 % memiliki nilai kalor lebih besar berkisar antara 4049-4272 kkal/kg bila dibandingkan biobriket dengan perlakuan konsentrasi perekat 10 % yaitu antara 4039-4064 kkal/kg. Hal ini didukung oleh Miarti (2008), penambahan bahan perekat pada briket kulit kopi dapat menurunkan nilai kalor. Selain itu penurunan nilai kalor ini juga dikarenakan biobriket dengan konsentrasi perekat 5 % lebih mudah terbakar dibandingkan biobriket dengan konsentrasi 10 % yang menghambat pembakaran sehingga mempengaruhi energi panas yang dihasilkan. Menurut Brades (2005), karakteristik bahan baku perekatan salah satunya mudah terbakar sehingga tidak mempengaruhi pembakaran.

Nilai kalor juga dipengaruhi oleh proses pengempaan. Proses pengempaan menaikkan kandungan kalori bersih bahan per unit volume (Anonim, 2006). Biobriket yang dihasilkan dari perbandingan TKKS dan perekat (7 : 3) memiliki pemampatan yang tepat, tidak terlalu padat sehingga memungkinkan oksigen berada pada kondisi bebas. Selain itu jumlah perekat yang ditambahkan mampu menahan briket agar tidak mudah terurai. Kondisi ini memungkinkan laju pembakaran berlangsung lama sehingga nilai kalor yang dihasilkan lebih tinggi.

Biobriket dari perbandingan TKKS dan perekat (8 : 2) pemapatannya kurang padat sehingga rongga di dalam biobriket berporositas lebih rendah akibatnya briket cepat terurai pada saat proses pembakaran sehingga nilai kalor yang dihasilkan lebih rendah. Briket yang terlalu padat akan sulit terbakar, sedangkan briket yang kurang padat dapat mengakibatkan terurainya briket pada saat pembakaran, (Anonim, 2006). Sementara briket yang dihasilkan dari perbandingan TKKS dan perekat (6 : 4) sangat padat sehingga sulit untuk melepaskan kalor selain itu briket ini paling banyak mengandung perekat sehingga menghambat dalam proses pembakaran. Pendapat ini sesuai dengan hasil penelitian Hapis (2008) bahwa kerapatan briket yang tinggi menyebabkan porositas menjadi lebih rendah dan difusi menjadi terhambat.

Nilai kalor dianalisa secara statistik dengan uji F untuk mengetahui variasi dari setiap perlakuan. Jika hasil analisa keragaman (Uji F) nilai kalor pada taraf 5% terhadap perlakuan konsentrasi perekat dan jumlah perbandingan TKKS : perekat berbeda nyata ($F_{Hitung} > F_{Tabel}$) maka dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test).

Hasil uji lanjut DMRT terhadap nilai kalor briket TKKS tanpa pengarangan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada perlakuan konsentrasi 5 % dengan perbandingan TKKS dan perekat (7 : 3) dengan perlakuan lain. Begitu pula dengan perlakuan konsentrasi perekat 5% dengan perbandingan TKKS dan perekat (8 : 2) memberikan pengaruh nyata terhadap perlakuan lain. Namun, perlakuan konsentrasi perekat 5% dengan perbandingan TKKS dan perekat (6 : 4) dan seluruh perlakuan dengan konsentrasi perekat 10% berbeda tidak nyata. Dengan demikian, nilai kalor yang paling optimal dicapai oleh briket dengan konsentrai perekat 5% dengan perbandingan TKKS dan perekat (7 : 3).

Jumlah Cacat Biobriket TKKS Tanpa Pengarangan

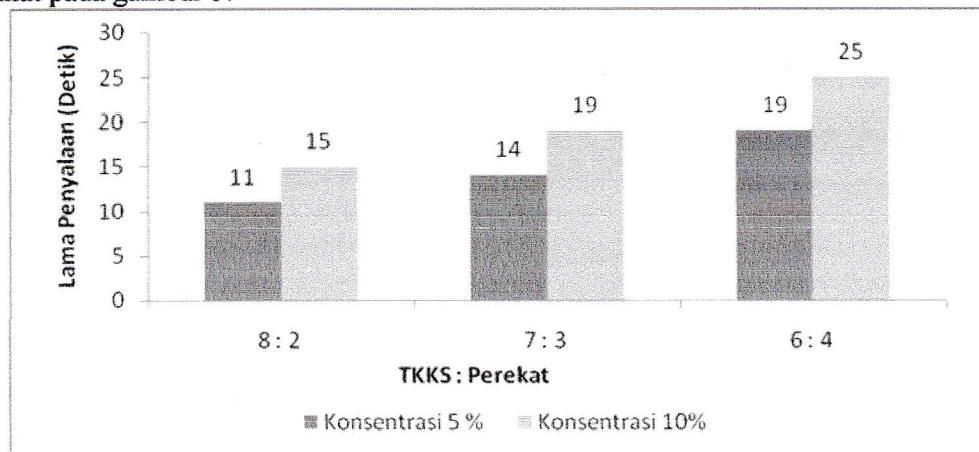
Cacat pada biobriket dapat dilakukan dengan pengamatan secara langsung setelah biobriket dicetak dan dikeringkan. Cacat ini merupakan keadaan pecah atau tidak menyatunya bahan-bahan biobriket sehingga menyebabkan biobriket mudah terurai. Hal ini bisa dikarenakan kurangnya jumlah perekat yang ditambahkan atau campuran yang kurang merata. Menurut Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (2006) bahan perekat dapat kedalam permukaan dengan cara terabsorpsi sebagian kedalam pori-pori atau celah yang ada, semakin banyak konsentrasi yang digunakan maka makin kuat teksturnya sehingga lebih tahan pecah.

Pembuatan biobriket dengan perlakuan konsentrasi perekat 5% dan 10% serta perbandingan jumlah TKKS dan perekat (8 : 2), (7 : 3), (6 : 4) tidak ada yang mengalami cacat. Dengan demikian biobriket TKKS tanpa pengarangan dapat dibuat dengan perlakuan yang telah ditetapkan tersebut dan tidak akan mengalami kendala jika akan dipindah-pindahkan. Biobriket TKKS yang dihasilkan tidak cacat dikarenakan jumlah perekat yang ditambahkan tepat yang membuat campuran lebih merata sehingga proses pencetakan dapat dilakukan dengan mudah. Hal ini juga diakibatkan sifat bahan atau serbuk TKKS dari serat sehingga mudah merekat dan kompak jika ditambahkan perekat dan dimampatkan.

Lama Penyalaan (Waktu yang Dibutuhkan untuk Menyalakan Briket)

Menurut Sulistyanto (2006), lama penyalaan dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung di dalam biobriket, kandungan air yang tinggi menyulitkan penyalaan dan mengurangi temperatur pembakaran. Hasil pengujian menunjukkan biobriket TKKS dengan konsentrasi perekat 5% dan perbandingan TKKS dan perekat (8 : 2) paling cepat terbakar yaitu 11 detik sedangkan biobriket yang lama terbakar yaitu perlakuan dengan konsentrasi perekat 10% dan perbandingan TKKS dan perekat (6 : 4). Hal ini dikarenakan briket dengan perbandingan TKKS dan perekat (8 : 2) mengandung lebih banyak TKKS dan perekat yang tidak terlalu banyak sehingga tidak menghambat saat penyalaan. Menurut Himawanto (2003) dalam Sulistyanto (2007), kadar *volatile matter* yang tinggi pada limbah pertanian mengindikasikan bahwa bahan ini mudah menyala dan terbakar. Hal ini juga didukung oleh Subroto (2006) bahwa pembuatan briket dengan penambahan biomassa menyebabkan naiknya *volatile matter* sehingga lebih cepat terbakar.

Lama penyalaan biobriket TKKS tanpa pengarangan pada setiap perlakuan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Lama penyalaan biobriket TKKS tanpa pengarangan terhadap perlakuan konsentrasi perekat dan perbandingan jumlah antara TKKS : perekat

Pada gambar 3 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi perekat semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menyalakan briket. Begitu pula dengan semakin banyak jumlah perekat yang ditambahkan pada briket maka waktu penyalanyaannya pun semakin lama. Hal ini dikarenakan kadar air yang semakin tinggi dengan penambahan jumlah perekat. Selain itu, penambahan perekat ini menyebabkan pemampatan yang tinggi pada briket sehingga sulit dinyalakan. Menurut Abdullah (1998) dalam Anonim (2006) Briket yang terlalu padat akan sulit dibakar, sedangkan briket yang kurang padat dapat mengakibatkan terurainya briket pada saat pembakaran.

Pengaruh utama konsentrasi perekat dan perbandingan TKKS dan perekat berbeda nyata dengan nilai F hitung masing-masing 28,85 dan 31,67 > nilai F tabel yaitu masing-masing 4,96 dan 4,10. Hasil analisa keragaman (Uji F) lama penyalan pada taraf 5% terhadap perlakuan konsentrasi perekat dan jumlah perbandingan TKKS dan perekat dengan nilai F hitung 18,59 > nilai F tabel 3,33 berarti berbeda nyata sehingga dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test).

Tabel uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi perekat yang lebih rendah (5%) secara menghasilkan waktu penyalan yang lebih pendek daripada penggunaan perekat yang lebih besar (10%). Selain itu, penggunaan rasio TKKS yang lebih banyak dapat memperpendek waktu penyalan secara signifikan dibandingkan dengan penggunaan rasio TKKS-perekat yang lebih rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Karakteristik biobriket TKKS tanpa pengarangan yang dihasilkan bertekstur kompak berwarna kecoklatan dan elastis dengan kadar air antara 8,2% - 8,6%, berbentuk silinder dengan ukuran diameter 5,4 cm - 5,5 cm, tinggi 3,5 cm - 4,6 cm, dan beratnya berkisar antara 24,2 gr - 35,3 gr.

Briket TKKS tanpa pengarangan mencapai mutu optimal pada perlakuan konsentrasi perekat 5% dengan perbandingan TKKS : perekat (7 : 3) dengan nilai kalor 4.272 kkal/kg, waktu penyalan 14 detik, asap tipis, dan biobriket tidak mudah rusak/ cacat.

Saran

Untuk membuat biobriket TKKS tanpa pengarangan disarankan menggunakan campuran TKKS dan perekat (7 : 3) pada konsentrasi perekat 5 %.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan konsentrasi perekat di bawah 5% untuk mengetahui apakah mutu yang lebih optimal masih dapat tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008^a. Briquette. <http://en.wikipedia.org/wiki/Briquette>. Juli 2008
- Anonim. 2007. Briket Arang dari Tandan Kosong Sawit. [http://www. Ipard. Com/penelitian/penelitian/penelitian/sawit-asap](http://www.ipard.com/penelitian/penelitian/penelitian/sawit-asap). Mei 2008
- Anonim. 2006. Sistem Informasi Bioenergi. Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. http://bioenergi.net78.net/index.php?option=com_content&task=view&id=58&Itemid=29. Desember 2008
- Fauzi, Y, Yustina, E.W, Iman, S, Rudi, H. 2006. Kelapa Sawit Budi Daya Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Goenadi, D.H., W.R. Susila, dan Isroi. 2005. Pemanfaatan produk samping kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif terbarukan. <http://isroi.wordpress.com/2008/03/12/pemanfaatan-produk-samping-kelapa-sawit-sebagai-sumber-energi-alternatif-terbarukan/>. Mei 2008
- Gomez, K. A dan Gomez, A. A. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research, 2 edition. John Wiley and Sons, Inc. Diterjemahkan oleh Sjamsuddin, E. dan

- Baharsjah, J. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Hapis, Bisrul. 2008. Karakteristik Pembakaran Briket Cangkang Kemiri : Pengaruh Persentase Arang. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNIMA, Medan
- Mahajoeno, E. 2005. Energi Alternatif Pengganti BBM :Potensi Limbah Biomassa Sawit Sebagai Sumber Energi Terbarukan. http://www.ipard.com/art_perkebunan/april1-05_isr+edw.asp. Mei 2008
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. 2006. Pedoman Pembuatan Briket Batubara dan Bahan Bakar Padat Berbasis Batubara untuk Industri Kecil dan Rumah Tangga. <http://www.esdm.go.id/prokum/permen/2006.pdf>. Juni 2008
- Miarti. 2008. Briket Kulit Kopi sebagai Bahan Bakar Alternatif. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu. (Tidak dipublikasikan)
- Nasrin, A. B, A.N.Ma, Y.M.Choo, S. Mohammad, N. H. Rokhayah, A. Azali, Z. Zainal. 2008. Oil Palm Biomass As Potential Substitution Raw Material for Commercial Biomass Briquette Production. American Journal of Applied Sciences. 5 (3) : 179-18
- Pahan, I. 2007. Panduan Lengkap Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Penebar Swadaya. Jakarta
- Subroto. 2006. Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara, Ampas Tebu dan Jerami. Media Mesin, Vol. 7, No. 2. 47-54
- Sulistyanto, A. 2007. Pengaruh Variasi Bahan Perekat Terhadap Laju Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa. Jurnal Media Mesin, Vol. 8 No. 2. 45-52.